Zur Kenntnis der Antorbitaldrüsen der Cephalophinae (Bovidae, Mammalia)

Von JOACHIM RICHTER

Aus dem Zentrum der Morphologie (Dr. Senckenbergische Anatomie) der Universität Frankfurt am Main — Direktor: Prof. Dr. D. Starck

Eingang des Ms. 15. 2. 1973

Einleitung

Gegenstand dieser Arbeit ist die mikroskopisch-anatomische Untersuchung der Voraugendrüsen einiger *Cephalophus*-Arten und der Vergleich mit entsprechenden Hautdrüsen bei *Madoqua,* über die bereits berichtet wurde (RICHTER 1971). Das Vorkommen und der äußere Aspekt dieser Drüsen wurden schon im vorigen Jahrhundert mehrfach beschrieben (OGILBY 1836; OWEN 1836 und 1868; HODGSON 1849). Eine ausführliche Übersicht gaben POCOCK (1910) und SCHAFFER (1940). Eine Mitteilung über die Bedeutung der Voraugendrüsen von *Cephalophus monticola maxwelli* für die Territoriumsmarkierung veröffentlichte RAHM (1960).

POCOCK (1910) hob hervor, daß Voraugendrüsen bei allen *Cephalophus*-Arten vorkommen. Sie sind stets groß, oval, und weiter rostral gelegen als bei Antilopen. Als chakteristisch ist anzusehen, daß es über der Drüse keine einzelne trichterartige Einsenkung der Haut gibt, sondern daß die Drüsen mit einer Reihe von Poren ausmünden, die auf einem schmalen nackten Hautstreifen angeordnet sind. Dadurch unterscheiden sich die Voraugendrüsen der Ducker von denen aller anderen Ruminantier. Diese Auffassung wird von SCHAFFER (1940) und HALTENORTH (1963) voll bestätigt. Es erscheint mir allerdings nicht notwendig, die geringe Verschiedenheit der Lage zum Anlaß zu nehmen, die Voraugendrüsen bei *Cephalophus* als „Maxillardrüsen" zu bezeichnen, wie SCHAFFER (1940) dies auf Grund älterer Beschreibungen tat.

Histologische Untersuchungen liegen vor von WEBER (1888) an *Cephalophus pygmaeus,* BRINKMANN (1911) an *Cephalophus pygmaeus, ogilbyi* und *melanorheus* und SCHAFFER (1940) an *Cephalophus maxwelli* und *Sylvicapra grimmia.* Da diese Befunde zum Teil an schlecht erhaltenem Material erhoben wurden und mir außerdem Voraugendrüsen der noch nicht untersuchten Species *Cephalophus silvicultor silvicultor* zur Verfügung standen, hielt ich es für gerechtfertigt, eine Nachprüfung und Ergänzung vorzunehmen. An Hand der Ergebnisse soll die von SCHAFFER (1924) vorgeschlagene Einteilung der Hautdrüsen im lichtmikroskopischen Bereich überprüft werden.

Material und Methode

Zur makroskopischen Beurteilung standen mir formolfixierte Köpfe von *Sylvicapra grimmia abyssinica* Thomas. 1892 juv. ♀ und *Cephalophus monticola maxwelli* (Hamilton Smith, 1827) ♂ zur Verfügung. Der histologischen Bearbeitung liegen Schnittserien und Einzelschnitte der Voraugendrüsen folgender Arten zugrunde:

1. *Cephalophus monticola maxwelli* (Hamilton Smith, 1827) aus Liberia, ♀. Zwei Drüsen von verschiedenen Tieren. Fixation in Formol, zum Teil Nachfixierung in Osmiumtetroxid, Einbettung in Paraplast und Epon 812, Herstellung von Paraffinschnitten 8 μ,

Z. Säugetierkunde 38 (1973) 303—313

ASTM-Coden: ZSAEA 7

Semidünnschnitten 1 μ. Färbung mit Hämatoxylin-Eosin, Azan, nach GOLDNER, Toluidinblau. Anfertigung von Gefrierschnitten, Färbung mit Sudanschwarz B bzw. Sudan III und Gegenfärbung mit Hämatoxylin.

2. *Cephalophus ogilbyi brookei* Thomas, 1903, ♀ aus Peloken/Liberia. Eine Drüse, Fixation in Formol, Aufbewahrung in 70%igem Alkohol. Einbettung in Paraplast, Schnitte 8—12 μ, Färbung mit Hämatoxylin-Eosin und nach GOLDNER.
3. *Cephalophus silvicultor silvicultor* (Afzelius, 1815), ♀. Zwei Drüsen vom gleichen Tier, Fixation in Formol und Bouin, Einbettung in Paraplast. Schnitte 18—15 μ, Färbungen mit Hämatoxylin-Eosin, Azan, nach GOLDNER, zum Teil Gefrierschnitte 40 μ dick, Färbung mit Sudanschwarz B, Sudan III und Gegenfärbung mit Hämatoxylin. Bleichung des enthaltenen Pigments mit Wasserstoffsuperoxyd (3%ig) unter Zusatz von 1% sek. Natriumphosphat.
4. *Sylvicapra grimmia abyssinica* (Thomas, 1892) ♀, aus Abessinien. Zwei Drüsen, Fixation Bouin, Einbettung Paraffin, Längsschnittserien 12 μ, Färbungen Hämatoxylin-Eosin, Azan, Htx.-Pikroindigocarmin, nach GOLDNER, Htx.-van GIESON, Versilberung nach GOMORI.

Den Herren Prof. Dr. D. STARCK und Prof. Dr. H.-J. KUHN, Frankfurt, danke ich herzlich für die freundliche Überlassung von Schnittserien und fixiertem Material. Fräulein I. MOSER und Fräulein U. WELPE danke ich für gewissenhafte technische Assistenz.

Makroskopische Befunde

Bei *Cephalophus monticola maxwelli* ♂ wölbt sich die Drüse auffallend stark vor. Die Haut darüber ist bis auf einen 25 mm langen unbehaarten „Drüsenstreifen", der nach dorsal konvex gekrümmt verläuft, mit stärkeren, dunkleren und längeren Haaren besetzt als die Umgebung (Abb. 1). Der äußere Anblick einer solchen Drüse wäre mit dem eines geschlossenen zweiten Auges vergleichbar, und in der Tat nennen afrikanische Jäger das Tier mitunter „four-eye" (KUHN, mündliche Mitteilung). Auf dem nackten Hautstreifen befinden sich ca. 16–20 Gruppen kleiner Poren. Bei Lupenbetrachtung zeigt sich, daß immer jeweils drei der feinen Poren in dorsoventraler Richtung beieinander liegen, und zwar so eng, daß eine solche Gruppe von Öffnungen bei oberflächlicher Betrachtung wie eine einzige Öffnung erscheint. Die mittlere Öffnung ist zumeist größer als die beiden seitlichen. Beim Herauspräparieren der 45 mm langen, 30 mm breiten und maximal 14 mm dicken Drüse findet man die Kapsel des Organs außerordentlich fest mit dem Periost des Schädels verwachsen.

Bei einem weiblichen Jungtier von *Sylvicapra grimmia abyssinica* liegt die Drüse an der gleichen Stelle, ist jedoch äußerlich kaum erkennbar. Erst wenn man das bei diesem Tier längere Fell des Kopfes zur Seite streicht, entdeckt man auch hier einen 15 mm langen unbehaarten, gerade verlaufenden Streifen, auf dem ca.



Abb. 1. Köpfe von *Cephalophus monticola maxwelli* ♂ *(links)* und *Cephalophus silvicultor silvicultor* ♂ *(rechts).* Beachte die Größe der Antorbitaldrüsen und die Porenrinne

15 Gruppen von Poren münden. Fotografien adulter Tiere zeigen jedoch ähnliche Verhältnisse wie bei *Cephalophus monticola maxwelli.*

Der Gelbrückenducker *(Cephalophus silvicultor)* ♂ besitzt mit 70 mm Länge, 42 mm Breite und 20 mm Dicke die größte Antorbitaldrüse, die sich ebenfalls stark vorwölbt. Die Behaarung über dem Organ weicht hier nicht von der Umgebung ab. Ein 1—2 mm breiter haarloser Streifen von 50 mm Länge, nahezu gerade verlaufend, trägt zwischen 16 und 20 Gruppen von Poren. Die erhebliche Ausdehnung des Drüsenorgans wird am Bild eines Schädels deutlich: eine entsprechende große Impression erstreckt sich über die Maxilla, das Os lacrimale und auch das Os nasale (Abb. 2).



Abb. 2. Schädel von *Cephalophus silvicultor silvicultor* ♂. Eine ausgedehnte Impression zeigt Lage und Größe der Antorbitaldrüse an

Von *Cephalophus ogilbyi* stand nur eine bereits herauspräparierte Drüse eines weiblichen Exemplars zur Verfügung, die in Größe, Form und Anlage des Drüsenstreifens der des Maxwellduckers ähnelte.

Längsschnitte durch die frischen Organe ermöglichen eine Orientierung über den groben Aufbau und die Pigmentierung. Es ist zunächst festzustellen, daß alle untersuchten Drüsen eine helle Außenzone aufweisen, wie sie auch bei *Madoqua* beschrieben wurde. Der zentrale Drüsenanteil ist dagegen uneinheitlich pigmentiert. Bei *Ceph. silvicultor* erscheint er völlig schwarz, bei *Sylvicapra* mit ziemlich scharfer Grenze in einen hellen und schwarzen Bezirk geteilt, bei *Cephalophus monticola* und *Ceph. ogilbyi* dagegen ist er hell und kaum von der peripheren Zone abzugrenzen. Dieser Befund überrascht deshalb, weil von früheren Untersuchern stets von „schwarzer Marksubstanz" beziehungsweise Pigmentierung der zentralen Drüsenanteile berichtet wurde.

Mikroskopische Befunde

Cephalophus monticola maxwelli

An Längs- und Querschnitten durch Antorbitaldrüsen, die jeweils Porengruppen in den „Drüsenstreifen" treffen, erkennt man, daß es sich ähnlich wie bei den vergleichbaren Drüsen von *Madoqua* um Organe handelt, die aus verschiedenen sezernierenden Anteilen bestehen und von einer bindegewebigen Kapsel umhüllt werden (Abb. 3). Die Epidermis ist sehr schwach verhornt und weist im Stratum basale einzelne Pigmentkörnchen auf. Im Bereich der Porenrinne ist sie fast unbehaart und

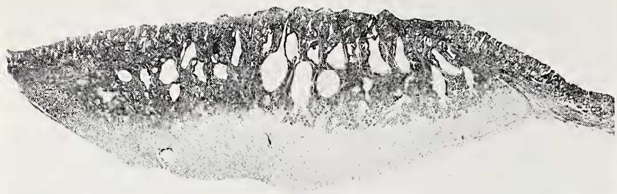




Abb. 3 und 4. Längsschnitte durch Antorbitaldrüsen — *Oben: Cephalophus monticola maxwelli* ♂, Färbung: Goldner, vergr. 2 × — *Unten: Sylvicapra grimmia abyssinica* ♂, Färbung: Goldner, vergr. 3 ×

etwas dicker als in der Umgebung. Nur hier sind niedrige Coriumpapillen ausgebildet. Dort senkt sich die Epidermis zu Gruppen von jeweils drei in dorsoventraler Richtung nebeneinanderliegenden Gängen ein. Gelegentlich ist der Zusammenhang solcher Mündungen mit Haarbälgen erkennbar. Es ist zu vermuten, daß im anderen Falle die Haare primär ebenfalls vorhanden waren. Alle Ausführungsgänge sind 2—3 mm unterhalb der Epidermis zu Zisternen mit einem Durchmesser von ca. 2 mm und einer Länge bis zu 4 mm erweitert (Abb. 3).

Jeweils in die mittlere Zisterne münden in der Tiefe von allen Seiten verzweigte polyptyche, holokrin sezernierende Drüsen ein, die in ihrer Gesamtheit den zentralen Anteil des Organs darstellen (Abb. 6). Es ist bemerkenswert, daß weder in den abgerundeten bis gelappten Endkolben, noch in dem lipidhaltigen Sekret innerhalb der Zisternen Spuren von Pigment nachweisbar sind. Obwohl diese Drüsen eine gewisse Ähnlichkeit mit Talgdrüsen haben, unterscheiden sie sich beträchtlich von den epidermisnahen Haarbalgtalgdrüsen: die peripher gelegene Matrix von Ersatzzellen ist mehrschichtig und liegt den Endkolben im Schnitt halbmondförmig auf. Sie besteht aus großen polygonalen Zellen, die sich auffällig stark mit Eosin anfärben lassen. An Gefrierschnitten durchgeführte Färbungen mit Sudan III sowie Osmierung lassen erkennen, daß Lipide in diesen peripheren Zellen nur ganz vereinzelt in Form kleinster Tröpfchen vorkommen (Abb. 7). Daneben lassen sich nach Osmierung an Semidünnschnitten Vakuolen nachweisen, die von einem Saum osmiophiler Substanz umgeben sind und teilweise im Innern auch einen schwächer osmiophilen Tropfen enthalten. Es ist naheliegend, daß in solche Vakuolen Lipide abgegeben werden, denn zum Zentrum des Endkolbens hin nimmt die Zahl der optisch leeren Vakuolen rasch ab und es treten Lipidtropfen auf, die sogar die Größe von Zellkernen erreichen. Sie umgeben stets rosettenartig den Zellkern (Abb. 8). Das Zytoplasma solcher lipidreicher Zellen erscheint an osmierten Präparaten wesentlich dunkler als das der peripheren Zellen.

An den Semidünnschnitten fallen zwischen den Matrixzellen deutliche Interzellularräume auf, deren Begrenzung bei stärkster Vergrößerung fein gezähnt erscheint (Abb. 8). Ich glaube, hier ein Äquivalent für die von Schäfer (1923, 1940) beschriebenen sogenannten „holomerokrinen" Drüsen gefunden zu haben. Schäfer war der Ansicht, daß die äußeren Zell-



Abb. 5. Querschnitt durch eine Antorbitaldrüse von *Cephalophus ogilbyi brookei* ♀. Färbung: Goldner, vergr. 2×



Abb. 6. Cephalophus monticola maxwelli ♂. Endstücke des zentralen Drüsenanteils mit holokriner Sekretion. Die Zellen enthalten kein Pigment. Färbung: H.-E., vergr. 63×

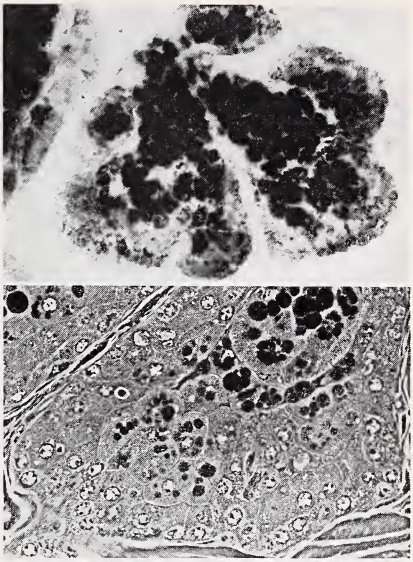


Abb. 7. Cephalophus monticola maxwelli ♂ — *Oben:* Fetttröpfchen in den Zellen zweier Endstücke des zentralen Drüsenanteils. Färbung: Htx.-Sudan III, vergr. 95× — *Unten:* Semidünnchnitt eines ähnlichen Endstücks nach Osmierung. Beachte die Anordnung der Lipidtropfen und die Interzellularräume. Phasenkontrast, vergr. 240×

schichten nach merokrinem Sekretionsmechanismus ein dünnflüssiges Sekret in interzelluläre Sekretkapillaren abgäben. Es wird zu diskutieren sein, ob diese Vermutung heute noch haltbar ist.

In die beiden jeweils dorsal und ventral gelegenen Ausführungsgänge münden erstens epidermisnahe Talgdrüsen und zweitens Zisternen, die sich durch den Wandbau und den Lumeninhalt von den mittelständigen unterscheiden: ist bei den zentralen Erweiterungen das auskleidende Epithel mehrschichtig und abgeplattet, der Inhalt lipidhaltig und körnig, so besteht die Auskleidung hier aus einem einschichtigen isoprismatischen Epithel. Der Inhalt ist homogen und fettfrei. Es handelt sich um Ausführungsgänge von aufgeknäuelten tubulösen Drüsen, die in ihrer Gesamtheit den zentralen Anteil von allen Seiten bis an den Drüsenstreifen heran umgeben. Wie bei den Antorbitaldrüsen von *Madoqua* wird die am frischen Schnitt erkennbare weiße Außenzone von solchen Schlauchdrüsen gebildet.

Das sezernierende Epithel der Tubuli ist bei den untersuchten Drüsen zumeist isoprismatisch. Die selteneren mehr hochprismatischen Zellen lassen Zeichen der apokrinen Sekretion erkennen: teilweise abgeschnürte sehr helle apikale Protrusionen ragen gegen das Lumen vor. Das Sekret im Tubuluslumen färbt sich homogen an und reagiert stark PAS-positiv. Wahrscheinlich sind die Tubuli unverzweigt.

In der Nähe beider Arten von Ausführungsgängen liegen häufig zirkuläre Ansammlungen lymphatischen Gewebes, wie dies schon für *Rhynchotragus* beschrieben wurde (Richter 1971). Es bleibt noch zu erwähnen, daß in die Haarbälge der Haut neben dem „Drüsenstreifen" zahlreiche Talgdrüsen und einzelne oberflächlich gelegene apokrine Schlauchdrüsen münden. Auch Musculi arrectores pilorum sind vorhanden.

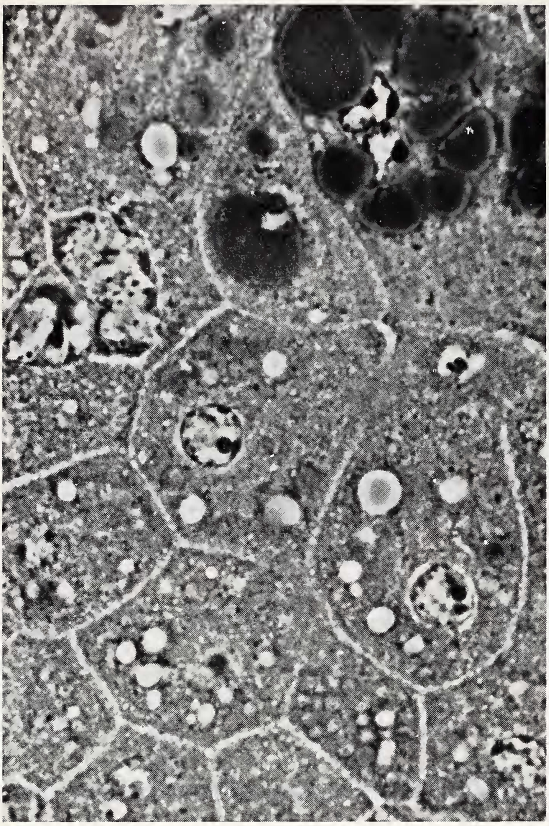


Abb. 8. Cephalophus monticola maxwelli ♂, gleiches Präparat wie Abb. 7. In den peripheren Drüsenzellen Vakuolen ohne osmiophile Substanz, im Bild oben die rosettenartig angeordneten Lipidtropfen. Die Begrenzung der Interzellularräume erscheint gezähnelt. Phasenkontrast, vergr. 1200×

Cephalophus ogilbyi brookei

Die einzige von dieser Species zur Verfügung stehende Drüse wurde von Querschnitten untersucht (Abb. 5) und stimmt im grundsätzlichen Aufbau mit der Voraugendrüse des Maxwellduckers überein. Der ebenfalls völlig unpigmentierte zentrale Drüsenanteil ist schwächer ausgebildet als bei *Ceph. monticola maxwelli*, die Endkolben sind weniger zahlreich, kleiner und lassen sich von Haarbalgtalgdrüsen bestenfalls durch die stärkere Anfärbbarkeit mit Eosin unterscheiden. In die dorsal und ventral in den Porengruppen gelegenen Ausführungsgänge münden hier auch subepidermale Talgdrüsen. Die Tubuli der peripheren apokrinen Drüsen sind zwar sekretgefüllt, jedoch sind die Drüsenepithelzellen überwiegend stark abgeplattet. Zwischen Basalmembran und Drüsenepithel sind Myoepithelialzellen nachweisbar.

Cephalophus silvicultor silvicultor

An der Antorbitaldrüse des Gelbrückenduckers konnte beim Herauspräparieren nur die Haut im Bereich des Porenstreifens erhalten werden. In diesem Bereich liegt im Stratum reticulare des Coriums eine bis zu 5 mm dicke Ansammlung stark verzweigter echter Talgdrüsen, die in alle drei Ausführungsgänge einer Porengruppe münden. In die Masse der Talgdrüsen eingeschlossen findet man auch einzelne Zelltubuli mit apokriner Sekretion, die vermutlich in Haarbälge der Haut neben den unbehaarten Drüsenstreifen münden.

Die Marksubstanz des Organs besteht zu gleichen Teilen aus mäßig geschlängelten Tubuli, die von einem einschichtigen abgeplatteten Epithel ausgekleidet werden, und aus weit verzweigten polyptychen Pigmentdrüsen. Ihre massiven Endstücke werden aufgebaut aus polygonalen Zellen mit großen runden Kernen, die einen oder mehrere große Nucleolen besitzen. In das Zytoplasma eingelagert findet man reichlich Körnchen eines braunschwarzen Pigments, wahrscheinlich Melanin; Lipidtropfen fehlen hier fast völlig (Abb. 9). Die Zellen behalten dieses Aussehen bis in die zunächst massiven Ausführungsgänge. Dort erst kommt es zur Kernpyknose, zur Verklumpung des eingelagerten Pigments und zu Veränderungen des Zytoplasmas, die sich durch eine ausgeprägte Eosinophilie bemerkbar machen. In diesem Bereich des Ausführungs-

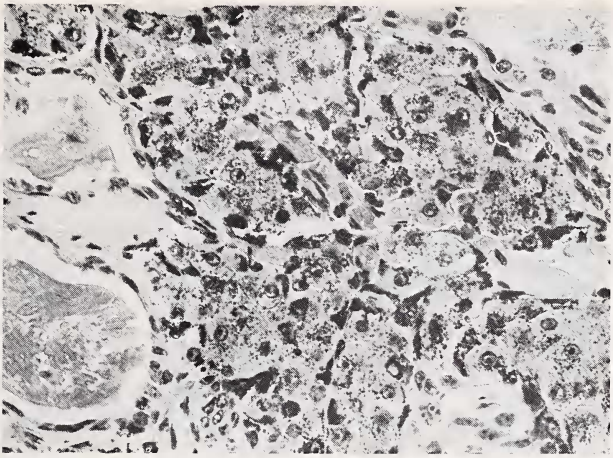


Abb. 9. Cephalophus silvicultor silvicultor ♂. Endstücke des pigmentierten zentralen Anteils. Daneben Ausführungsgänge der peripheren Schlauchdrüsen. Färbung: H.-E., vergr. 250×

gangsystems treten durch Zellabstoßung und -zerfall schließlich Hohlräume auf, die zum Teil mit dem dann schwarzen und bröckeligen Sekret erfüllt sind. Es bleibt zu erwähnen, daß Melanocyten an der Peripherie der Endkolben nachweisbar sind. Das Sekret innerhalb der Ausführungsgänge färbt sich nur schwach mit Sudanschwarz B oder Sudan III an. Die umhüllende Schicht apokriner Drüsentubuli läßt Zeichen lebhafter Sekretionstätigkeit erkennen. Die Kanälchen setzen sich in die die Markzone der Drüse durchziehenden Ausführungsgänge fort.

Sylvicapra grimmia abyssinica

Die Antorbitaldrüsen von *Sylvicapra* weisen eine derart komplizierte Struktur auf, daß mehrere Fragen an dem vorhandenen Material nicht befriedigend geklärt werden konnten. Unter der stark pigmentierten Epidermis liegen im Stratum reticulare des Coriums zahlreiche an Haarbälge gebundene Talgdrüsen, die als Besonderheit in ihrer einschichtigen Matrixzellschicht reichlich dunkelbraune Pigmentkörnchen enthalten, und zwar um so mehr, je tiefer sie reichen. Dementsprechend verändert sich die Farbe ihres in den Ausführungsgängen liegenden Sekrets zunehmend nach braunschwarz. Auf Grund der Bleichbarkeit mit Wasserstoffsuperoxyd und der starken Argentaffinität der Pigmentkörnchen besteht kaum Zweifel, daß es sich um Melanin handelt.

Darunter folgt wie bei den anderen untersuchten Drüsenorganen eine Mantelschicht tubulöser Drüsen, die von einem iso- bis hochprismatischen Epithel ausgekleidet werden. Gelegentlich sind Anzeichen apokriner Sekretabgabe zu erkennen. Zwischen Drüsenepithel und Basalmembran findet man vereinzelt Epithelmuskelzellen. Die Tubuluslumen sind entweder mit einer homogenen Masse oder mit kugeligen Tröpfchen gefüllt. — Als weitere Besonderheit der Antorbitaldrüse von *Sylvicapra* folgt unter den apokrinen Schlauchdrüsen eine weitere Schicht von stark melaninbeladenen Talgdrüsen, die ebenfalls die noch zu besprechende Markzone des Organs umhüllt. Die Ausführungsgänge dieser Drüsen durchlaufen teilweise den zentralen Abschnitt.

Wie schon makroskopisch an einem Schnitt durch eine frische Drüse erkennbar, besteht die Markzone aus zwei verschieden gefärbten Anteilen, und dies ist die dritte

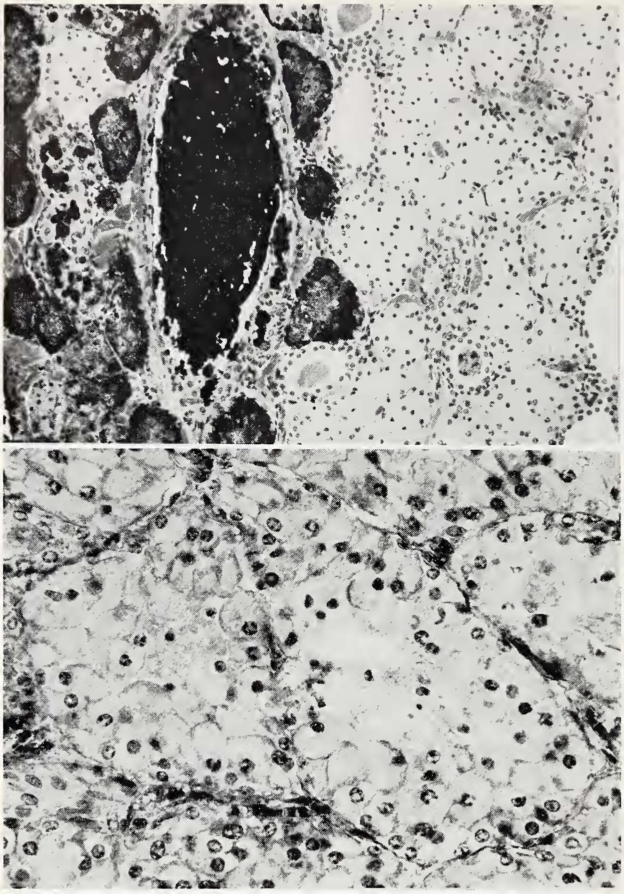


Abb. 10. Sylvicapra grimmia abyssinica ♂ — *Oben:* Grenzzone zwischen pigmentiertem und hellem Bezirk des zentralen Drüsenanteils. Färbung: Htx.-Pikroindigocarmin, vergr. 100× — *Unten:* Einige Endstücke des hellen Anteils; rechts ist ein Lumen sichtbar. Färbung: Htx-Pikroindigocarmin, vergr. 250×

Besonderheit. Beidesmal handelt es sich um polyptyche Drüsen. Der caudale Abschnitt ist fast völlig unpigmentiert und mit nahezu scharfer Grenze gegen einen rostralen Drüsenbezirk abgesetzt, dessen Endstücke mit Melanin sehr reichlich beladen sind (Abb. 10 oben). Der helle Anteil besteht aus dicht gepackten, unregelmäßig geformten massiven Drüsenendstücken, die durch schmale Bindegewebssepten voneinander getrennt werden. Die Endstücke enthalten große polygonale Zellen, deren runde Kerne zum Teil mehrere Nucleolen aufweisen. Zellgrenzen sind deutlich zu erkennen. Vakuolen, die Lipide enthalten haben könnten, sind ebenfalls im Zentrum der Endstücke zu sehen. Dort erkennt man öfters, daß einzelne Zellen unter den Zeichen der Karyolyse und Karyorhexis zugrunde gehen. Durch Dehiszenz und Nekrobiose entstehen so in manchen Endstücken kleine Lumina (Abb. 10 unten).
Die Frage nach den Ausführungsgängen dieser Endstücke kann nicht völlig sicher beantwortet werden. Wenn man nämlich nur kleine Bezirke innerhalb dieses Drüsenanteils absucht, findet man keine für holokrine Drüsen typische Ausführgänge. Erst wenn man mehrere hundert Endstücke genauer durchmustert, kann man vereinzelt sehr dünne „Stiele" erkennen, an denen die Endstücke beerenartig hängen. Sie münden in die Ausführgänge der melaninhaltigen Talgdrüsenschicht, die die helle Zone gestreckt verlaufend durchziehen. Daraus erklärt sich, daß einzelne Zellen innerhalb der hellen Endstücke Melaningranula enthalten können, denn bei einem Rückstau könnte melaninhaltiges Sekret dorthin gelangt sein und (vermutlich von Makrophagen) aufgenommen worden sein.
Querschnitte der dünnen „Stiele" liegen ziemlich versteckt zwischen den Endstücken. Ganz selten ist ein Lumen sichtbar. Es handelt sich bei diesem Drüsenabschnitt also um polyptyche Drüsen mit holokriner Sekretion, die ein lipidarmes, wahrscheinlich dünnflüssiges Sekret durch sehr enge, vielleicht nur vorübergehend offene Ausfüh-

rungssysteme abgeben. SCHAFFER (1923 und 1940) bezeichnete solche Drüsen als „hepatoid“ und war der Ansicht, sie müßten merokrin sezernieren.

In dem auch makroskopisch schwarz erscheinenden Anteil der Markzone sind stark melaninhaltige Endstücke zu sehen, die nicht ganz so gedrängt angeordnet sind wie die des hellen Abschnittes. Sie münden ebenfalls in die Ausführungsgänge der daruntergelegenen Talgdrüsenschicht. Der Sekretionsmodus ist eindeutig holokrin, das Sekret tiefschwarz und bröckelig. Auch hier kommen zisternenartige Erweiterungen der Ausführungsgänge vor.

Die Mantelschicht der apokrinen Schlauchdrüsen entsendet ihre verzweigten Ausführungsgänge durch beide Anteile der Markzone hindurch zur Oberfläche.

Diskussion

Die Antorbitaldrüsen der untersuchten Cephalophinae sind zum Teil sehr kompliziert zusammengesetzte Organe, die sich durch die Art der Ausmündung, die inkonstante Pigmentierung und die Art der Zusammensetzung aus verschiedenen Anteilen von entsprechenden Drüsen bei *Madoqua* (RICHTER 1971) unterscheiden. Auch bestehen innerhalb der Gattung *Cephalophus* viel größere Unterschiede als bei den einheitlich gebauten Antorbitalorganen von *Madoqua*. Dies betrifft vor allem die Pigmentierung der Markzone. Das Fehlen von Melanin bei *Cephalophus monticola maxwelli* und *Cephalophus ogilbyi brookei* läßt vermuten, daß die Pigmentierung für die Funktion als Duftorgan von geringer Bedeutung ist.

Die systematische Abtrennung der Gattung *Sylvicapra,* die durch ökologische Besonderheiten (Busch- und Steppenbewohner im Gegensatz zu den waldlebenden *Cephalophus*-Arten) und die Form der Hörner begründet ist, wird durch den besonders komplizierten Bau der Antorbitaldrüse unterstrichen.

Das Vorkommen von massiven Drüsenendstücken, die völlig anders gebaut sind als übliche Talgdrüsenendkolben, gibt Veranlassung, die von SCHAFFER (1924) vorgeschlagene Einteilung der Hautdrüsen erneut zu diskutieren. SCHAFFER verwandte als Einteilungskriterium zunächst die Anzahl der Zellschichten des sezernierenden Epithels. Er stellte Drüsen mit einfacher Lage des absondernden Epithels als monoptyche den polyptychen Drüsen gegenüber und vervollständigte dieses Schema durch eine Aussage über die Art der Sekretabgabe:

- I. monoptyche Drüsen
  - a. apokrin
  - b. ekkrin
- II. polyptyche Drüsen
  - a. holokrin
  - b. merokrin
  - c. mero-holokrin

Es stellt sich dabei die Frage, ob es tatsächlich polyptyche Drüsen gibt, die nach merokrinem Modus sezernieren.

SCHAFFER (1923) hatte bei der Untersuchung der Circumanaldrüse des Hundes einen neuen Drüsentyp beschrieben. Die Endstücke dieser Drüse waren früher für Talgdrüsen gehalten worden, unterschieden sich von diesen aber durch die auffallende Größe der polyedrischen Zellen, deren starke Anfärbbarkeit zum Beispiel mit Eosin, das Vorkommen von Interzellularspalten, das Fehlen nennenswerter Mengen von Lipiden in den Zellen und das Fehlen einer einschichtigen Matrix von Ersatzzellen an der Peripherie der Endstücke. SCHAFFER war der Ansicht, diese Drüsen sonderten nach merokrinem Mechanismus ein dünnflüssiges Sekret in interzelluläre Sekretkapillaren ab. Wegen der Ähnlichkeit mit Leberzellen nannte er diese Drüsen

„hepatoid". Er beschrieb später auch Mischformen mit „hepatoider" Außen- und holokriner Innenzone. Ähnliche Drüsentypen fanden Krölling (1930, 1932) in den Inguinalorganen der Gazellen und der Nasenrückendrüse des Wasserschweins sowie Ortmann (1960) in der Analregion von Caniden.

Die Drüsen in der Markzone des Antorbitalorgans von *Cephalophus monticola maxwelli* sind mit den „holomerokrinen" Drüsen Schaffers vergleichbar. An Semidünnschnitten deutlich nachweisbare Interzellularräume dürfen jedoch meines Erachtens nicht als Sekretkapillaren gedeutet werden. Elektronenmikroskopische Untersuchungen von Talgdrüsen haben nämlich gezeigt, daß Interzellularräume, in die Mikrovilli der angrenzenden Zellen hineinragen, typisch sind für echte Talgdrüsen. Sie dienen wahrscheinlich der Verbesserung des Stofftransports zu den im Innern der Endkolben gelegenen Zellen.

Die Endstücke des hellen Markanteils von *Sylvicapra grimmia abyssinica* entsprechen voll der Beschreibung der rein „hepatoiden" Drüsen Schaffers. Man muß annehmen, daß durch die schaltstückähnlichen Ausführungsgänge nur dünnflüssiges Sekret abgegeben werden kann. Es ist nach dem lichtmikroskopischen Befund sehr wahrscheinlich, daß dieses Sekret nach holokrinem Modus entsteht. Die vorliegenden Befunde können das Vorkommen des merokrinen Sekretionsmechanismus in polyptychen Drüsen nicht bestätigen. Es wäre meines Erachtens denkbar, daß „holomerokrine" und „hepatoide" Drüsen lediglich Zustandsformen holokriner Drüsen darstellen, bei denen das Gleichgewicht zwischen Zellnachschub von der Peripherie der Endstücke und der Umwandlung und Abstoßung sekretgefüllter Zellen stark zugunsten des Nachschubs verschoben ist.

Es erübrigt sich, auf die Problematik der „apokrinen Sekretion" an dieser Stelle einzugehen. Denn aus den Arbeiten von Švajger (1968), Platzer-Schultz und Welsch (1970) sowie Kühnel (1971) geht hervor, daß dieser Begriff auch heute noch im Hinblick auf die Sekretabgabe zu Recht verwandt wird.

Bei den vorliegenden Untersuchungen war es wegen der Seltenheit des Materials nicht möglich, an weiteren Objekten Geschlechtsunterschiede oder jahreszeitliche Veränderungen zu berücksichtigen. Zweifellos wäre auch die Erforschung der Ultrastruktur dieser Organe sehr lohnend.

Zusammenfassung

Die Antorbitaldrüsen von vier untersuchten Arten der Gattungen *Cephalophus* und *Sylvicapra* sind zusammengesetzte Drüsenorgane, die von einer bindegewebigen Kapsel umhüllt werden. Alle bearbeiteten Drüsen bestehen aus einem apokrin sezernierenden peripheren und einem holokrin sezernierenden zentralen Anteil. Die Ausführungsgänge beider Abschnitte münden mit zahlreichen Gruppen von jeweils drei Poren auf einem nahezu haarlosen Hautstreifen.

Zwischen den untersuchten Arten bestehen große Unterschiede im histologischen Bau und der Pigmentierung des zentralen Drüsenanteils. Das Antorbitalorgan von *Sylvicapra grimmia abyssinica* ist am weitesten differenziert und nimmt eine Sonderstellung ein.

Die Bedeutung der Befunde für die von Schaffer vorgeschlagene Einteilung der Hautdrüsen wird diskutiert.

Summary

On the histology of the preorbital glands of the Cephalophinae (Bovidae, Mammalia)

The preorbital glands of four species of the genera *Cephalophus* and *Sylvicapra* have been investigated. These glands are composed organs which are enclosed by a capsule of connective tissue. Each organ consists of a peripheral part which is secreting by the apocrine type and a central part with holocrine excretion. The excretory ducts of both parts open on a nearly hairless area in front of the eyes. The ducts are organized in numerous groups of three pores each.

The glands of the four species show many differences as far as the histology and pigmentation of their central part is concerned. The preorbital gland of *Sylvicapra grimmia* is the most differentiated one.

The results are compared with Schaffer's classification of glands of the skin.

Literatur

ALLEN, G. M. (1939): A checklist of African Mammals. Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard **83**, Cambridge, Mass.

BRINKMANN, A. (1911): Bidrag til Kundskaben om Drövtyggernes Hudkirtelorganer. København: Bianco Lunos Bogtrykkeri.

— (1912): Die Hautdrüsen der Säugetiere (Bau und Sekretionsverhältnisse). Erg. Anat. Entw. 20, 1173—1231.

HALTENORTH, TH. (1963): Klassifikation der Säugetiere: Artiodactyla I. In: Handbuch der Zoologie. Hrsg.: HELMCKE, J.-G.; LENGERKEN, H. v.; STARCK, D.; WERMUTH, H. 8. Bd., 32. Lief. 1—167 Berlin: de Gruyter.

HODGSON, B. H. (1847): On various genera of Ruminants. Calcutta Journ. Nat. Hist. XVI, 685—711.

KÜHNEL, W. (1971): Die Glandulae rectales (Proctodaealdrüsen) des Kaninchens. Elektronenmikroskopische Untersuchungen. Z. Zellforsch. **122**, 574—583.

KRÖLLING, O. (1930): Über Bau, biologische und phylogenetische Bedeutung der Inguinalorgane bei den Gazellen. Z. Anat. Entw. **91**, 553—579.

— (1932): Über die Hautdrüsen von *Hydrochoerus capybara*. Z. mikr. anat. Forschung **29**, 621—636.

OGILBY, W. (1836): Remarks upon the lachrymal sinus in the Indian Antelope *(Antilope cervicapra* Pall.) Proc. Zool. Soc. London IV, 38.

ORTMANN, R. (1960): Die Analregion der Säugetiere. In: Handbuch der Zoologie. Hrsg.: HELMCKE, J.-G; LENGERKEN, H. v.; STARCK, D. 8. Bd., 26. Lief., T. 3 (7) 1—68. Berlin: de Gruyter.

OWEN, R. (1836): Remarks upon the secretion in the lachrymal sinus of the Indian Antelope *(Antilope cervicapra* Pall.) with a tabular view of the relations between the habits and habitats of the several Species of Antelopes and their suborbital, maxillary, post auditory and inguinal glands. Proc. Zool. Soc. London 36.

— (1868): Comparative Anatomy and Physiology of Vertebrates. Vol. III. Mammals, 632 — 640.

PLATZER-SCHULTZ, I.; WELSCH, U. (1970): Apokrine Sekretion der peritrophischen Membran von *Chironomus thummi* piger Str. (Diptera). Z. Zellforsch. **104**, 530—540.

POCOCK, R. J. (1910): On the specialised cutaeous glands of Ruminants. Proc. Zool. Soc. London, 840—896.

RAHM, U. (1960): Territoriumsmarkierung mit der Voraugendrüse beim Maxwellducker *(Philantomba maxwelli).* Säugetierkundliche Mitt. Stuttgart **8**, 140—142.

RICHTER, J. (1971): Untersuchungen an Antorbitaldrüsen von *Madoqua* (Bovidae, Mammalia). Z. Säugetierkunde **36**, 334—342.

SCHAFFER, J. (1923): Neue Drüsentypen. Verh. Anat. Ges., 32. Vers., Heidelberg, 242—252.

— (1924): Zur Einteilung der Hautdrüsen. Anat. Anz. **57**, 353—372.

— (1940): Die Hautdrüsenorgane der Säugetiere mit besonderer Berücksichtigung ihres histologischen Aufbaues und Bemerkungen über die Proktodäaldrüsen. Berlin und Wien: Urban u. Schwarzenberg.

SVAJGER, A. (1968): Die apokrine Extrusion. Anat. Anz. **123**, 137—152.

WEBER, M. (1888): Über neue Hautsekrete bei Säugetieren. A. mikr. Anat. **32**, 499—540.

Anschrift des Verfassers: Dr. JOACHIM RICHTER, Zentrum d. Morphologie (Dr. Senckenbergische Anatomie), 6000 Frankfurt a. M., Theodor-Stern-Kai 7